

**Resistance heated ceramic evaporator boat**

**Publication number:** DE19708599  
**Publication date:** 1998-04-02  
**Inventor:** GOETZ ULRICH (DE)  
**Applicant:** SINTEC KERAMIK GMBH (DE)  
**Classification:**  
- international: **C23C14/24; C23C14/24;** (IPC1-7): C23C14/24  
- european: C23C14/24A  
**Application number:** DE19971008599 19970303  
**Priority number(s):** DE19971008599 19970303

**Report a data error here**

**Abstract of DE19708599**

In a ceramic, resistance heated evaporation boat having a triangular cross-section evaporator region with end clamping regions, each clamping region (15) has a transverse dimension which is reduced compared with that of the evaporator region (16) by formation of two opposite longitudinal clamping faces.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



[4]

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 197 08 599 C 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**C 23 C 14/24**

②① Aktenzeichen: 197 08 599.7-45  
②② Anmeldetag: 3. 3. 97  
④③ Offenlegungstag: —  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 2. 4. 98

DE 197 08 599 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
Sintec Keramik GmbH, 87642 Halblech, DE

⑦④ Vertreter:  
Viering, Jentschura & Partner, 80538 München

⑦② Erfinder:  
Goetz, Ulrich, 87642 Halblech, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 1 95 45 914 C1

⑤④ Keramisches, widerstandsbeheiztes Verdampferschiffchen sowie dessen Verwendung

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein keramisches, widerstandsbeheiztes Verdampferschiffchen mit einer im Vergleich zur Längsausdehnung geringeren Querausdehnung, Einspannbereichen mit Einspannflächen, die an den in Längsrichtung einander gegenüberliegenden Endabschnitten des Verdampferschiffchens ausgebildet sind und einen Strom- und Wärmeübergang gewährleisten, und einem zwischen den Einspannbereichen liegenden Verdampfbereich des Verdampferschiffchens, der eine Verdampferfläche und einen dreieckförmigen Querschnitt aufweist. Erfindungsgemäß ist dabei der jeweilige Einspannbereich unter Ausbildung zweier einander gegenüberliegender, in Längsrichtung des Verdampferschiffchens verlaufender Einspannflächen in seiner Querausdehnung gegenüber der Querausdehnung des Verdampfbereichs verringert. Außerdem betrifft die Erfindung eine Verwendung des vorgenannten keramischen, widerstandsbeheizten Verdampferschiffchens in einer Vorrichtung mit Walzenbeschichter zum Metallisieren von Kunststoffolien oder Papier.

DE 197 08 599 C 1

Die Erfindung betrifft ein keramisches, widerstandsbeheiztes Verdampferschiffchen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie die Verwendung dieses Verdampferschiffchens.

Aus dem Stand der Technik sind Verdampferschiffchen aus elektrisch leitfähigen Keramiken bekannt, welche bevorzugt aus Titanborid, Bornitrid, Aluminiumnitrid oder aus einer Mischung von diesen Werkstoffen hergestellt werden. Herkömmliche Verdampferschiffchen mit einer im Vergleich zur Längsausdehnung geringeren Querausdehnung weisen im wesentlichen einen rechteckigen oder quadratischen Querschnitt auf. Bekannte Querschnitte sind beispielsweise  $10 \times 20$  mm,  $10 \times 30$  mm oder  $12 \times 19$  mm wie sie aus der PS DE 195 45 914 des gleichen Anmelders bekannt sind. Typische Längen sind z. B. 100 bis 250 mm. Die Enden der Verdampferschiffchen in Längsrichtung gesehen sind an eine Stromquelle angeschlossen, so daß die Verdampferschiffchen in Längsrichtung homogen von einem bestimmten Stromfluß pro Querschnittsflächeneinheit durchströmt werden und das gesamte Verdampferschiffchen somit als Heizwiderstand reagiert und somit auch relativ homogen aufgeheizt wird.

Nachteilig bei dem Stand der Technik gemäß den oben beschriebenen Verdampferschiffchen ist der hohe Energie- und Materialverbrauch sowie das nichterwünschte Beschichten von Teilen der Beschichtungsanlage durch Abdampfen des Metaldampfes in nicht gewünschte Richtungen.

Um diese Nachteile zu beheben sind in der DE-PS 195 45 914 Verdampferschiffchen mit stumpfwinkligem, dreieckigem Querschnitt vorgeschlagen worden, dessen Verhältnis von Breite zu Höhe z. B. 30 mm zu 10 mm beträgt. Diese Verdampferschiffchen sind für stirnseitiges Einspannen vorgesehen, so daß sie nicht in herkömmlichen Einspannvorrichtungen für seitliches Einspannen verwendbar sind.

Aufgabe der Erfindung ist das Bereitstellen eines Verfahrens zum Verdampfen von Metall sowie eines Verdampferschiffchens, wodurch ein geringer Energiebedarf, eine hohe Beschichtungsrate, eine geringe erforderliche Menge an Beschichtungsmaterial und geringe Herstellungs- und Betriebskosten gewährleistet sind, und das Verfahren zugleich bei herkömmlichen Einspannvorrichtungen mit seitlicher Einspannung verwendbar ist.

Dies wird erfindungsgemäß durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 bzw. durch die Merkmale im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 9 erreicht. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Das widerstandsbehaftete Verdampferschiffchen wird dadurch erhitzt, daß ein elektrischer Strom in dieses eingespeist wird. Der Strom durchfließt das Verdampferschiffchen in Längsrichtung, wobei elektrische Energie in Wärmeenergie umgewandelt wird. Erfindungsgemäß wird in den Einspannbereichen die so erzeugte Wärme rasch von der Einspannvorrichtung abgeführt, wodurch ein starker Temperaturabfall in diesen Einspannbereichen vorliegt und die mittlere Temperatur dieser Bereiche unterhalb der Schmelztemperatur des Beschichtungsmaterials liegt. Der Verdampfbereich kann demgegenüber die in ihm erzeugte Wärme schlechter abführen, so daß seine mittlere Temperatur im Vergleich zu der Temperatur der Einspannbereiche erhöht ist. Die Menge der im verdampfbereich pro Zeit

in Wärme umgesetzten elektrischen Energie ist über die Stromstärke und/oder die angelegte Spannung steuerbar.

Der spezifische Widerstand des Werkstoffs, aus dem das erfindungsgemäße Verdampferschiffchen bevorzugt besteht, ist temperaturabhängig und beträgt bei Raumtemperatur ca.  $600 \mu\Omega\text{cm}$  und steigt mit der Temperatur im Betrieb bis auf ca.  $1500-3000 \mu\Omega\text{cm}$  im Verdampfbereich an.

Der Querschnitt des verdampfbereiches des Verdampferschiffchens ist dreieckförmig. Dadurch wird erreicht, daß gegenüber herkömmlichen Verdampferschiffchen mit rechteckförmigem Querschnitt bei gleich großer Verdampferfläche die Oberfläche des Verdampferschiffchens verringert ist. Dies führt zu einer insgesamt geringeren Wärmeabstrahlung von dem Verdampfbereich in den umgebenden Raum, wodurch weniger elektrische Energie zum Erwärmen des Verdampferschiffchens erforderlich ist.

Das Verhältnis von Oberfläche des verdampfbereiches nimmt im Verhältnis zu dem davon umschlossenen Volumen in Querrichtung von der Mitte zum Rand hin zu. Dies bedeutet, daß im Betrieb die seitlichen Ränder des Verdampfbereiches wegen der Wärmeabstrahlung kühler sind als der zwischen ihnen liegende Bereich. Ferner erfolgt die Wärmeabfuhr aus dem Verdampfbereich nicht nur durch Abstrahlen, sondern auch dadurch, daß dieser mit den gekühlten Einspannbereichen im thermischen Kontakt steht. Die einander in Längsrichtung gegenüberliegenden Endabschnitte des Verdampfbereiches sind daher kühler als der zwischen ihnen liegende Bereich. Die Verdampferfläche ist also in eine heiße Innenzone und eine diese umrahmende kühle Außenzone einteilbar. Bevorzugt beträgt das Verhältnis von Breite zu Höhe des Verdampfbereichs wenigstens 2 : 1.

Eine im Vergleich zur Innenzone kühlere seitliche Randzone des Verdampfbereichs kann auch dadurch erzeugt werden, daß der spezifische Widerstand dieser Zone höher als der spezifische Widerstand der Innenzone ist.

Das Benetzen von Teilen der Verdampferfläche mit geschmolzenem Beschichtungsmaterial wie z. B. Aluminium ist temperaturabhängig. Kühlere Flächen werden gegenüber wärmeren Flächen weniger leicht mit der Schmelze benetzt. Erfindungsgemäß ist das Verhältnis von Höhe zu Breite des dreieckförmigen Querschnitts des Verdampfbereiches so ausgelegt, daß über die Stromstärke des elektrischen Stromes die Temperaturverteilung des verdampfbereiches derart einstellbar ist, daß der Innenbereich der Verdampferoberfläche mit flüssigem Beschichtungsmaterial benetzt ist, wohingegen der Außenbereich unbenetzt ist, so daß das geschmolzene Beschichtungsmaterial nicht über die seitlichen Ränder des Verdampfbereichs hinausfließt. Seitliches Abdampfen tritt deshalb nicht ein, wodurch Beschichtungsmaterial eingespart werden kann und dadurch verursachte Verunreinigungen vermieden werden können.

Eine Mulde zur Aufnahme der Schmelze, die ein seitliches Überlaufen dieser verhindern kann, ist für das erfindungsgemäße Verdampferschiffchen nicht unbedingt erforderlich, so daß Fertigungskosten eingespart werden können.

Erfindungsgemäß ist die Breite jedes Einspannbereiches kleiner als die Breite des verdampfbereiches. Gegenüber dem Stand der Technik ergibt sich damit der Vorteil, daß die erfindungsgemäßen Verdampferschiff-

chen gegenüber herkömmlichen, einen dreieckigen Querschnitt aufweisenden Verdampferschiffchen seitlich einspannbar sind und einen verbreiterten Verdampfbereich aufweisen. Dadurch ist eine größere Menge an Material pro Zeiteinheit verdampfbar ist. In einer bevorzugten Ausführungsform des Verdampferschiffchens beträgt das Verhältnis von Breite zu Höhe des Verdampfbereiches 35 mm zu 10 mm.

Aus Herstellungsgründen ist es zweckmäßig, daß sich der Querschnitt des Verdampfbereiches wenig von dem Querschnitt jedes Einspannbereiches unterscheidet. Bevorzugt liegt deshalb jede ebene Fläche des Verdampfbereiches mit einer ebenen Fläche des Einspannbereiches in einer Ebene.

Der Querschnitt jedes Einspannbereiches ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß an diesem einander gegenüberliegende als Einspannflächen verwendbare Seitenflächen ausgebildet sind. Diese Einspannflächen ermöglichen ein sicheres mechanisches Einspannen des Verdampferschiffchens in die Einspannvorrichtungen und bilden breite wirksame elektrische und thermische Kontaktflächen, so daß das Verdampferschiffchen mit geringem Widerstand elektrisch und thermisch kontaktierbar ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Einspannflächen an einem durchgehenden Dreiecksprofilrohr durch Abfräsen von dessen beiden einander gegenüberliegenden Längskanten ausgebildet. Ferner sind die Seitenkanten entgratet, so daß scharfe Kanten vermieden werden können. Die Herstellungskosten für ein Verdampferschiffchen gemäß dieser Ausführungsform können gering gehalten werden.

Im Betrieb wird der elektrische Strom in die einander gegenüberliegenden Kontaktflächen eines Einspannbereiches eingespeist, durchfließt den Verdampfbereich und tritt an den einander gegenüberliegenden Kontaktflächen des anderen Einspannbereiches wieder aus. Ist die stromdurchflossene Kontaktfläche klein, so ist der elektrische Kontaktwiderstand hoch, und die in diesem in Wärme umgesetzte elektrische Energie kann den Kontaktbereich thermisch zerstören. Um diesen Effekt zu vermeiden ist eine ausreichend große elektrische Kontaktfläche erforderlich. Nach einer bevorzugten Ausführungsform weisen die Einspannflächen eine Höhe von 3 mm und eine Länge von 10 mm auf.

Ist der spezifische Widerstand im Werkstoff ortsunabhängig, so durchströmt der elektrische Strom nicht die gesamte Kontaktfläche bevorzugter Breite, sondern nur einen dem Verdampfbereich zugewandten Teil derselben, da mit zunehmendem Abstand zum Verdampfbereich der für den elektrischen Strom zurückzulegende Weg länger und somit der zu überwindende ohmsche Widerstand größer ist. Der Flächeninhalt der stromdurchflossenen Fläche des Kontaktbereichs ist durch das Produkt von Kontakthöhe und stromdurchflossener Kontaktlänge, der sogenannten Transferlänge, bestimmt.

Die Temperatur des Einspannbereiches und damit auch die der Einspannflächen nimmt im Betrieb des Verdampferschiffchens mit zunehmendem Abstand zum Verdampfbereich ab. Entsprechend nimmt der spezifische Widerstand des Werkstoffes, aus dem das Verdampferschiffchen hergestellt ist, mit zunehmendem Abstand zum Verdampfbereich ab. Dieser Temperatureffekt wirkt erfindungsgemäß dem oben genannten Erhöhen des absoluten ohmschen Widerstandes mit zunehmendem Abstand zum Verdampfbereich aufgrund des längeren stromdurchflossenen Weges entgegen, so

daß die Transferlänge und damit auch die wirksame elektrische Kontaktfläche vergrößert ist. Bevorzugt ist die Stromdichte über die Einspannfläche im wesentlichen konstant.

Ferner führt das durch die Temperaturänderung erzielte Absenken des ohmschen Widerstandes im Kontaktierungsbereich zu einem verringerten Leistungsabfall in diesem.

Für die obigen Effekte ist eine gute Kühlung der Einspannbereiche erforderlich. Im Betrieb des Verdampferschiffchens strömt die abzuführende Wärmemenge durch die Einspannflächen in die Einspannvorrichtungen, welche die Wärme an wassergekühlte Kontakte abgeben. Hierfür muß gewährleistet sein, daß die erforderliche Wärmemenge pro Zeit durch die Einspannflächen abgeführt werden kann. Deshalb ist die thermische Kontaktfläche der Einspannflächen erfindungsgemäß so ausgelegt, daß der thermische Kontaktwiderstand zwischen Verdampferschiffchen und Einspannvorrichtungen ausreichend gering ist.

Das Vergrößern der wirksamen elektrischen Kontaktfläche und ein Absenken des ohmschen Widerstandes im Kontaktierungsbereich kann auch durch das Verwenden von Werkstoffen unterschiedlichen spezifischen Widerstandes erzielt werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die Zeichnung erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung einer Beschichtungsvorrichtung mit Verdampferschiffchen;

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung einer Ausführungsform des in eine Einspannvorrichtung für eine Beschichtungsvorrichtung eingespannten Verdampferschiffchens nach Fig. 1;

Fig. 3 eine Draufsicht einer bevorzugten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verdampferschiffchens für eine Beschichtungsvorrichtung nach Fig. 1;

Fig. 4 eine Seitenansicht der bevorzugten Ausführungsform nach Fig. 3;

Fig. 5 eine perspektivische Darstellung der bevorzugten Ausführungsform nach Fig. 3; und

Fig. 6 eine perspektivische Darstellung eines Dreiecksprofilrohrlings aus dem die Ausführungsform nach Fig. 3 bevorzugt hergestellt wird.

Die in Fig. 1 dargestellte Beschichtungsvorrichtung ist ein Walzenbeschichter, der bevorzugt für das Metallisieren von Kunststoffolien oder Papier verwendet wird. Der Walzenbeschichter weist eine Vakuumkammer 1 auf, die mittels eines Kanals 2 an eine Vakuumpumpe angeschlossen ist, so daß der Druck im Innern der Kammer gegenüber dem Außendruck verringert ist. Aufgrund des Vakuums ist die mittlere freie Weglänge der verdampften Teilchen erhöht und die Konzentration möglicher störender chemischer Reaktionspartner für das erhitzte Material vermindert. Ein Verdampferschiffchen 5 ist in der Kammer 1 mit seinen Einspannbereichen 15 zwischen Einspannbacken 6 mechanisch eingespannt und bildet eine elektrisch und thermisch leitende Verbindung mit wassergekühlten elektrischen Leitern 7. Das Verdampferschiffchen 5 besteht gemäß dieser Ausführungsform aus einer leitfähigen Titandiborid-Phase und einer Phase aus isolierendem Bornitrid bzw. Bornitrid plus Aluminiumnitrid.

Ein mittels einer Zufühdüse 8 dem Verdampferschiffchen zugeführter Aluminiumdraht 9 schmilzt und bildet einen auf der Oberfläche des Verdampferschiffchens 5 ausgebildeten Bereich flüssigen Aluminiums. Von diesem verdampft Aluminium in Richtung der Pfeile 10 auf

eine Folie 11 zu, die elektrostatisch derart aufgeladen ist, daß ein Anlagern des verdampften Aluminiums an diese begünstigt ist. Die z. B. zum Herstellen eines Wickelkondensators geeignete und mittels eines Rollensystems geführte Folie 11 kann von einer Vorratsrolle 12 abgespult und von einer weiteren Vorratsrolle 13 nach dem Beschichten aufgenommen werden.

Fig. 2 zeigt eine perspektivische Darstellung einer zum Einspannen eines erfindungsgemäßen Verdampferschiffchens 5 geeigneten Einspannvorrichtung 6. Das Verdampferschiffchen 5 ist erfindungsgemäß mit zwei einander gegenüberliegenden Kontaktflächen jedes Einspannbereiches 15 thermisch und elektrisch leitend mit der Einspannvorrichtung 6 verbunden. Zwischen Verdampferschiffchen 5 und Einspannvorrichtung 6 kann dabei ein Zwischenmaterial wie z. B. eine Graphitfolie 14 vorhanden sein, so daß die elektrischen und thermischen Eigenschaften des Kontaktes variiert werden können. Ferner ist die Einspannvorrichtung 6 mit wassergekühlten Leitern elektrisch und thermisch verbunden und bevorzugt aus Kupfer hergestellt. Zwischen den gekühlten Einspannbereichen 15 des Verdampferschiffchens 5 ist der Verdampfbereich 16 gegenüber den Einspannbereichen 15 so stark erhitzt, daß der auf die Verdampferoberfläche des Verdampfbereiches 16 aufgebrachte Aluminiumdraht 9 schmilzt. Die Aluminiumschmelze 17 benetzt einen Bereich der Verdampferoberfläche und verdampft bevorzugt in normaler Richtung zu dieser.

Die Fig. 3 bis 5 zeigen eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verdampferschiffchens 5 in verschiedenen Ansichten. Wie aus den Figuren ersichtlich ist das Verdampferschiffchen 5 in drei Hauptbereiche eingeteilt, wobei die mit der Einspannvorrichtung 6 seitlich verbundenen Bereiche an den einander in Längsrichtung gegenüberliegenden Endabschnitten des Verdampferschiffchens 5 die Einspannbereiche 15 mit Einspannflächen 18 bilden, und ein zwischen den Einspannbereichen 15 mit dreieckförmigem Querschnitt ausgebildeter Abschnitt den Verdampfbereich 16 bildet. Der Verdampfbereich 16 ist erfindungsgemäß gegenüber den Einspannbereichen 15 verbreitert und seine Oberfläche ist als Verdampferfläche zum Verdampfen von Beschichtungsmaterial ausgebildet, welches in fester Form auf die Verdampferoberfläche aufgebracht wird, dort schmilzt und in flüssiger Form einen Teil der Verdampferschiffchen-Oberfläche benetzt.

Fig. 6 zeigt einen Dreiecksprofilrohling 19, aus dem die bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verdampferschiffchens 5 hergestellt wird. Bevorzugt werden die einander gegenüberliegenden Längskanten des Dreiecksprofilrohlings derart abgefräst, daß die Einspannbereiche mit den Kontaktflächen ausgebildet werden. Die Kontaktflächen verlaufen dabei parallel zu den Längskanten und haben eine rechteckige Gestalt sowie gemäß dieser Ausführungsform eine Fläche von  $10 \times 3 \text{ mm}^2$ .

#### Patentansprüche

1. Keramisches, widerstandsbeheiztes Verdampferschiffchen mit einer im Vergleich zur Längsausdehnung geringeren Querausdehnung, Einspannbereichen mit Einspannflächen, die an den in Längsrichtung einander gegenüberliegenden Endabschnitten des Verdampferschiffchens ausgebildet sind und einen Strom- und Wärmeübergang gewährleisten, und einem zwischen den Einspannbereichen liegen-

den Verdampfbereich des Verdampferschiffchens, der eine Verdampferfläche und einen dreieckförmigen Querschnitt aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der jeweilige Einspannbereich (15) unter Ausbildung zweier einander gegenüberliegender, in Längsrichtung des Verdampferschiffchens verlaufender Einspannflächen (18) in seiner Querausdehnung gegenüber der Querausdehnung des Verdampfbereiches (16) verringert ist.

2. Keramisches, widerstandsbeheiztes Verdampferschiffchen (5) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede ebene Fläche des Verdampfbereiches (16) mit einer ebenen Fläche des Einspannbereiches (15) in einer Ebene liegt.

3. Keramisches, widerstandsbeheiztes Verdampferschiffchen (5) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis von Breite zu Höhe des Verdampfbereiches (16) wenigstens 2 : 1 beträgt.

4. Keramisches, widerstandsbeheiztes Verdampferschiffchen (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis von Breite zu Höhe des Verdampfbereiches (16) 35 mm zu 10 mm beträgt.

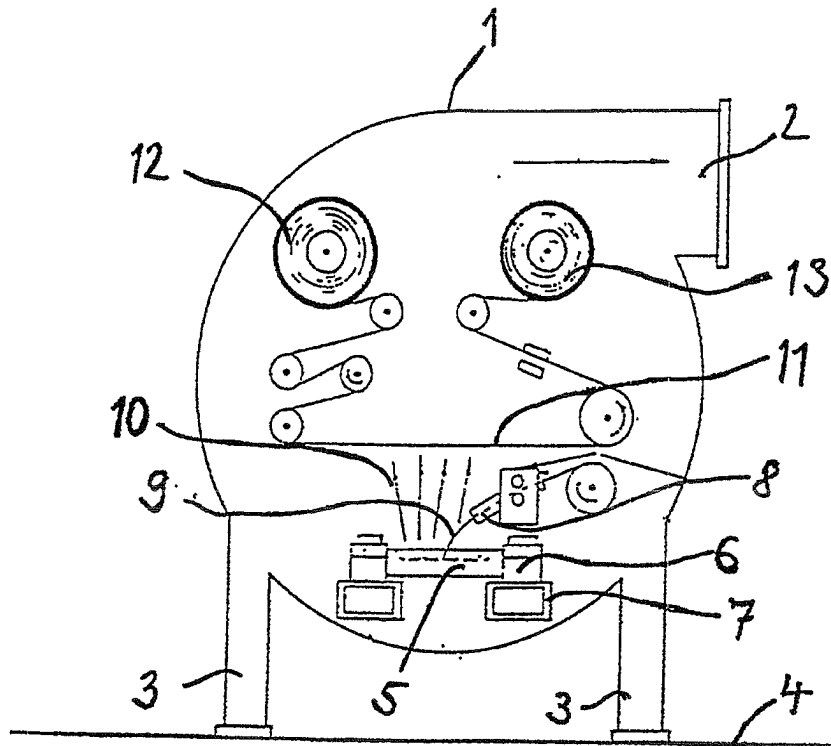
5. Keramisches, widerstandsbeheiztes Verdampferschiffchen (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspannflächen (18) an einem durchgehenden Dreiecksprofilrohling (19) durch Abfräsen von dessen beiden einander gegenüberliegenden Längskanten ausgebildet sind.

6. Keramisches, widerstandsbeheiztes Verdampferschiffchen (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspannflächen (18) eine Höhe von 3 mm und eine Länge von 10 mm aufweisen.

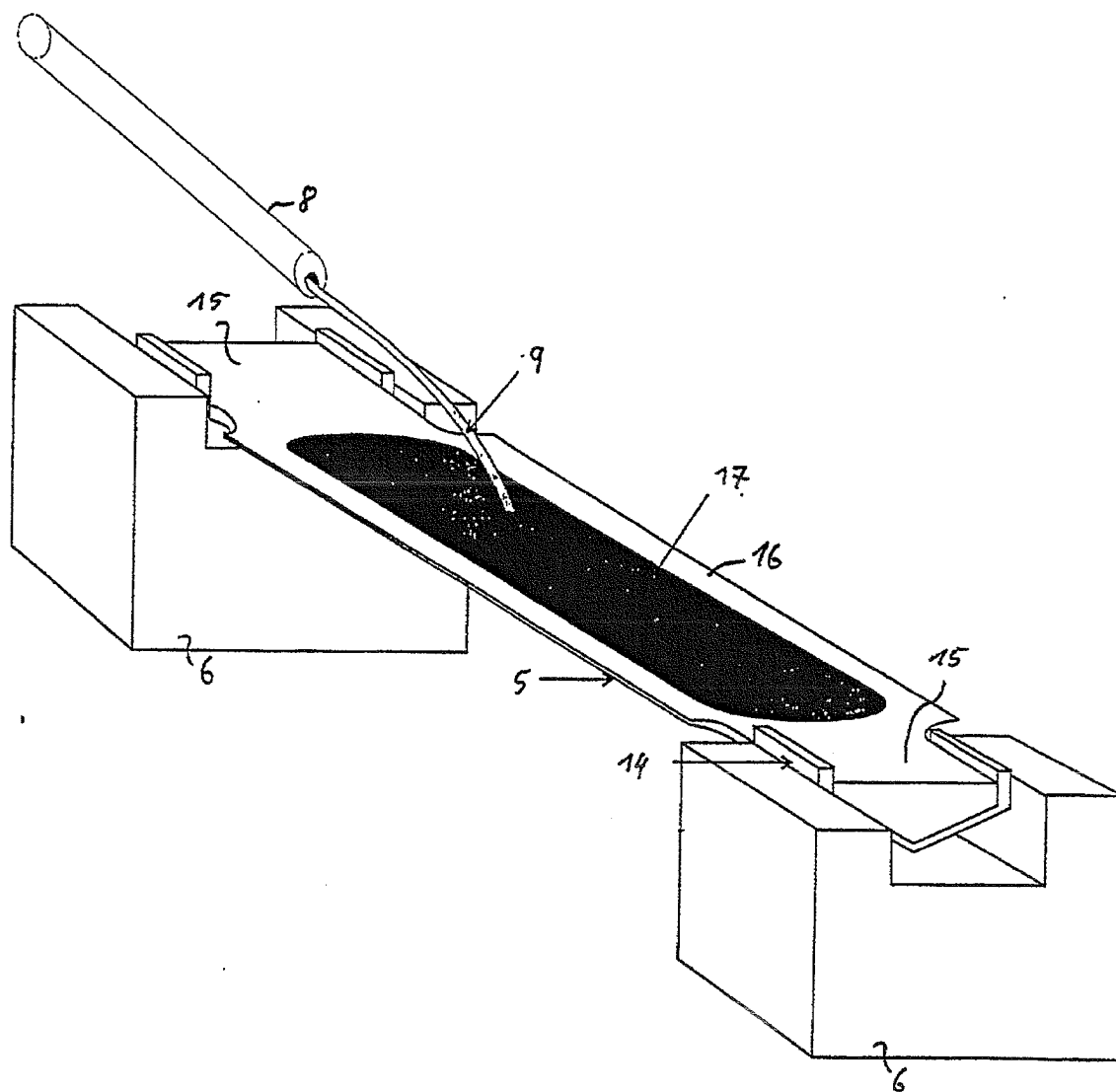
7. Keramisches, widerstandsbeheiztes Verdampferschiffchen (5) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß es Bereiche mit unterschiedlichen spezifischen Widerständen aufweist.

8. Verwendung des keramischen, widerstandsbeheizten Verdampferschiffchens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 in einer Vorrichtung mit Walzenbeschichter zum Metallisieren von Kunststoffolien oder Papier.

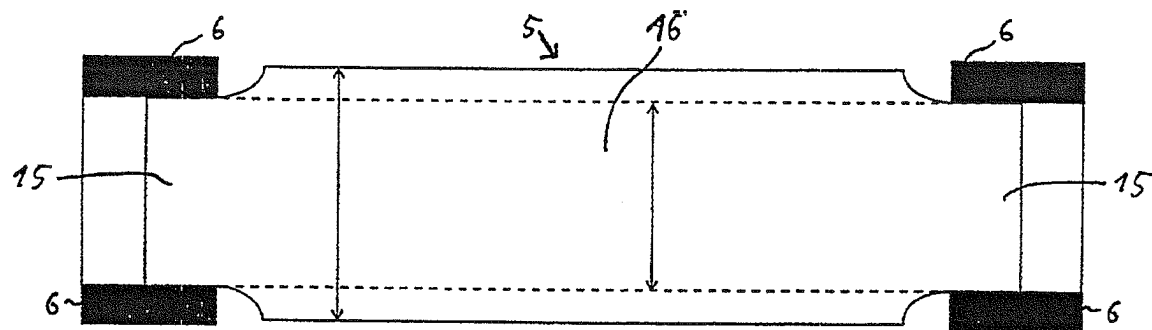
Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen



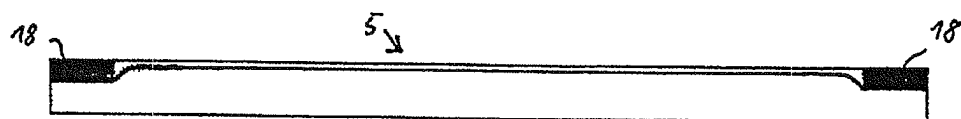
Figur 1



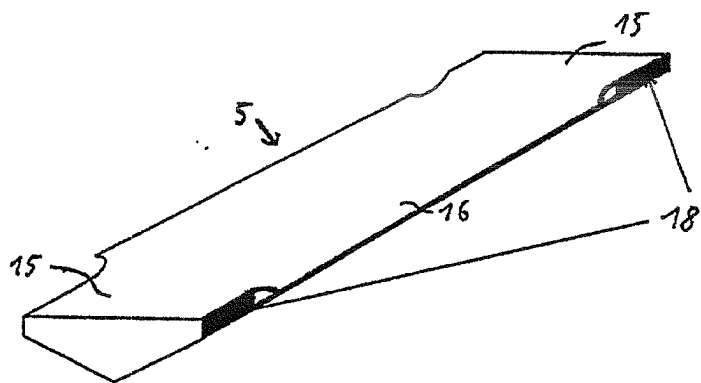
Figur 2



Figur 3

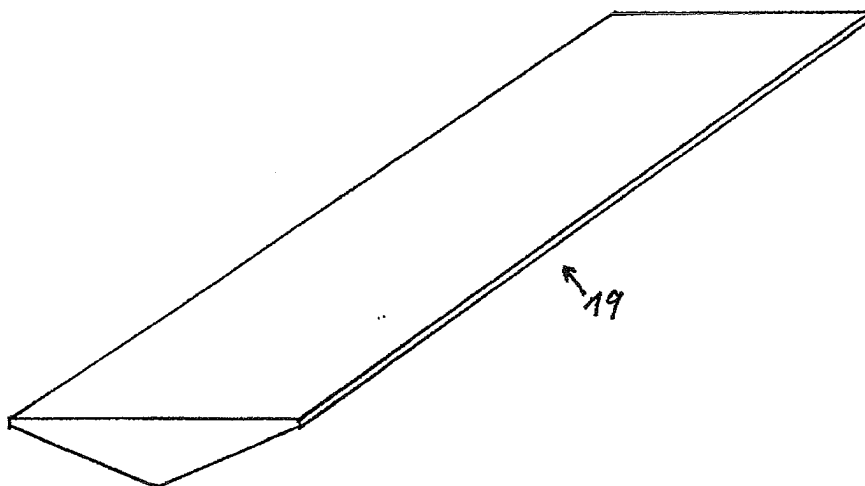


Figur 4



Figur 5





Figur 6